

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-209087

(43)Date of publication of application : 12.08.1997

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
C22C 38/58

(21)Application number : 08-016568

(71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO LTD

(22)Date of filing : 01.02.1996

(72)Inventor : SHIRAISHI YOSHIYO
YAMAGISHI KOICHI
OBARA TAKESHI**(54) DUPLEX STAINLESS STEEL**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a duplex stainless steel combining excellent impact resistance with corrosion resistance.**SOLUTION:** This duplex stainless steel has a composition consisting of, by weight, 20-35% Cr, 3-12% Ni, 0.5-10% Mo, 2-8% W, 0.01-2% Co, 0.1-5% Cu, 0.05-0.5% N, $\leq 0.12\%$ C, $\leq 1\%$ Si, $\leq 2\%$ Mn, one or more elements among Ti, Nb, and V or one or more kinds among rare earth elements by $\leq 0.2\%$, and the balance iron with inevitable impurities.**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-209087

(43) 公開日 平成9年(1997)8月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/58	3 0 2		C 2 2 C 38/00 38/58	3 0 2 H

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平8-16568	(71) 出願人	000183303 住友金属鉱山株式会社 東京都港区新橋5丁目11番3号
(22) 出願日	平成8年(1996)2月1日	(72) 発明者	白石 佳代 千葉県佐倉市井野1109-88
		(72) 発明者	山岸 浩一 千葉縣市川市中国分3-18-5 住友金属 鉱山株式会社中央研究所内
		(72) 発明者	小原 剛 千葉縣市川市中国分3-18-5 住友金属 鉱山株式会社中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 鴨田 朝雄

(54) 【発明の名称】 二相ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 優れた耐衝撃性と耐食性を兼ね備えた二相ステンレス鋼を提供する。

【解決手段】 Cr:20~35重量%、Ni:3~12重量%、Mo:0.5~10重量%、W:2~8重量%、Co:0.01~2重量%、Cu:0.1~5重量%、N:0.05~0.5重量%、C:0.12重量%以下、Si:1重量%以下、Mn:2重量%以下、並びにTi、NbおよびVのうちの1種以上または1種以上の希土類元素:0.2重量%以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Cr：20～35重量％、Ni：3～12重量％、Mo：0.5～10重量％、W：2～8重量％、Co：0.01～2重量％、Cu：0.1～5重量％、N：0.05～0.5重量％、C：0.12重量％以下、Si：1重量％以下、Mn：2重量％以下、並びにTi、NbおよびVのうちの1種以上：0.2重量％以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなる二相ステンレス鋼。

【請求項2】 Cr：20～35重量％、Ni：3～12重量％、Mo：0.5～10重量％、W：2～8重量％、Co：0.01～2重量％、Cu：0.1～5重量％、N：0.05～0.5重量％、C：0.12重量％以下、Si：1重量％以下、Mn：2重量％以下、および1種以上の希土類元素：0.2重量％以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなる二相ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高強度および高耐食性が必要とされる装置部材などに用いられる二相ステンレス鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】高強度および高耐食性を持つ材料が必要な用途には、河川などで水力発電に用いられる水車ランナーや各種鉱山で過酷な条件で使用される掘削機部品など多種類ある。

【0003】河川などで水力発電に用いられる水車ランナーには、従来、SUS304やSUS316などのオーステナイト系ステンレス鋼が用いられている。

【0004】ところで、近年、酸性雨や生活排水などにより、河川水の酸性化、塩素濃度の増大など水質悪化が著しい。このような環境変化に伴って、従来用いられているオーステナイト系ステンレス鋼に応力腐食割れという破断に至る腐食が多く見られるようになった。

【0005】耐応力腐食割れ性の優れたステンレス鋼としては、フェライト系ステンレス鋼が知られている。しかし、フェライト系ステンレス鋼は、耐応力腐食割れはほとんど起こらないものの、耐衝撃性が著しく悪い。

【0006】フェライト相とオーステナイト相からなる二相ステンレス鋼は、従来、そのほとんどが、引張強度、耐力および耐食性の向上を目的に開発されたものであり、通常、フェライト系ステンレス鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の中間的な性質を持つ。例えば、耐応力腐食割れ性は、フェライト系ステンレス鋼よりも若干劣るものの、オーステナイト系ステンレス鋼よりも優れている。また、耐衝撃性は、フェライト系ステンレス鋼よりも優れるものの、オーステナイト系ステンレス鋼よりも劣る。

【0007】そこで、水車ランナー材料用に、耐衝撃性ととともに耐食性のさらに優れた二相ステンレス鋼の開発

が求められてきている。

【0008】また、各種鉱山でさらに過酷な条件で使用される掘削機などには、従来、電気防食やインヒビター処理を行った普通鋼を用いてきた。しかし、上記のような防食処理を行うことにより、コストが高くなり、高価なステンレス鋼を使用するコストと同程度となる。そのため、ステンレス鋼を掘削機部品に使用する機運が高まり、特に機械的特性に優れた二相ステンレス鋼が使用されるようになった。

【0009】ところが、近年の鉱山開発の掘削環境はさらに厳しくなり、例えば、温泉などの硫化水素環境、海水などの塩素イオン環境で使用されることが多くなっている。

【0010】そこで、掘削機部品用にも、耐衝撃性ととともに耐食性のさらに優れた二相ステンレス鋼の開発が求められている。

【0011】しかるに、耐応力腐食割れ性や耐隙間腐食割れ性などの耐食性に優れた二相ステンレス鋼として、Cr：20～35重量％、Ni：3～12重量％、Mo：0.5～10重量％、W：1～3重量％、Co：0.01～2重量％、Cu：0.1～5重量％、N：0.05～0.5重量％、C：0.12重量％以下、Si：1重量％以下およびMn：2重量％以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなるものを、本発明者の一部が先に提案した（特開平8-13094号、これを以下、先の提案という）。なお、以下、組成を示して記す％は、重量％を意味する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、優れた耐衝撃性と耐食性を兼ね備えた二相ステンレス鋼を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、鋭意研究した結果、先の提案の二相ステンレス鋼にWを多量添加するとともに、Ti、NbおよびVのうちの1種以上を添加することが、耐食性を低下させることなく耐衝撃性をさらに大幅に向上させることに有効なことを見出し、第1の本発明に到達した。すなわち、第1の本発明は、Cr：20～35％、Ni：3～12％、Mo：0.5～10％、W：2～8％、Co：0.01～2％、Cu：0.1～5％、N：0.05～0.5％、C：0.12％以下、Si：1％以下、Mn：2％以下、並びにTi、NbおよびVのうちの1種以上：0.2％以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなる二相ステンレス鋼である。

【0014】また、本発明者らは、Wの添加とともに、1種以上の希土類元素を添加することが、第1の本発明におけるTi、NbおよびVのうちの1種以上と同様、耐食性を低下させることなく耐衝撃性をさらに大幅に向上させることに有効なことを見出し、第2の本発明に到

達した。すなわち、第2の本発明は、Cr:20~35%、Ni:3~12%、Mo:0.5~10%、W:2~8%、Co:0.01~2%、Cu:0.1~5%、N:0.05~0.5%、C:0.12%以下、Si:1%以下、Mn:2%以下、および1種以上の希土類元素:0.2%以下を含み、残部が鉄および不可避不純物からなる二相ステンレス鋼である。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の二相ステンレス鋼の成分および組成の限定理由について述べる。

【0016】Crは、耐食性向上、およびフェライト相形成による強度向上に寄与する元素である。20%未満では耐食性が低下し、35%を超えると、韌性が低下する。

【0017】Niは、オーステナイト相を安定化し、韌性と耐全面腐食性を向上させる元素である。3%未満ではオーステナイト相が消失し、12%を超えるとオーステナイト相の量が増大し強度が低下する。

【0018】Moは、耐孔食性に寄与する元素であり、0.5%未満では十分な耐孔食性は得られず、10%を超えると脆化する。

【0019】Wは、耐衝撃性向上に最も寄与する元素であり、本発明で特に重要な元素である。特に、後述するTi、NbおよびVのうちの1種以上、または1種以上の希土類元素との共存下で耐衝撃性を大幅に向上させる。また、Moとの共存下で耐孔食性を向上させる。2%未満では耐衝撃性に効果を示さず、8%を超えると、耐応力腐食割れ性や耐隙間腐食性などの耐食性が低下する。

【0020】Coは、耐隙間腐食性を向上させると共に、オーステナイト相中に濃縮して伸びを向上させる元素である。0.01%未満では耐隙間腐食性が十分ではなく、2%を超えると耐力が低下する。

【0021】Cuは、非酸化性環境での耐食性、特に耐全面腐食性を向上させ、0.1%未満ではその寄与が十分ではなく、5%を超えると製造偏析をおこして強度低下を招く。

【0022】Nは、オーステナイト相中に固溶し耐孔食性、耐隙間腐食性を著しく向上させる。0.05%未満ではその効果が十分ではなく、0.5%を超えるとCrとの化合物を形成し、逆に耐食性を低下させる。

【0023】Cは、オーステナイト相形成元素である。0.12%を超えるとCr炭化物を析出し、延性、韌

性、耐食性が低下する。

【0024】Siは、鋼溶製の際、溶鋼の脱酸、脱硫のために必要な元素である。1%を超えると強度や耐食性が低下する。

【0025】Mnは、鋼溶製の際、溶鋼の脱酸、脱硫のために必要な元素である。2%を超えると耐食性が低下する。

【0026】Ti、NbおよびVは、耐食性および韌性に悪影響を及ぼすCを炭化物として固定し、耐食性および韌性を改善する。Ti、NbおよびVのうちの1種以上は、0.05%以上添加するのが好ましく、0.2%を超えると、析出物が析出し、韌性、耐食性ともに低下する。

【0027】希土類元素は、韌性および耐食性を劣化させるSを硫化物として固定し、韌性と耐食性を改善する。1種以上の希土類元素は、0.05%以上添加するのが好ましく、0.2%を超えると、析出物が析出し、韌性、耐食性ともに低下する。

【0028】

【実施例】

【実施例1~7、比較例1~4】高周波大気溶解炉で所定の組成に溶解した溶湯を、型型遠心鑄造装置の、回転数750rpmで回転する直径50cmの円筒形鑄型に鑄造して、肉厚15cmのリング状鑄塊とした。その後、鑄塊に1150℃、6時間の熱処理を施した。得られた熱処理後の鑄塊から引張り試験片、衝撃試験片、耐食性試験片を切り出した。

【0029】なお、引張試験は、JIS Z 2241に準拠し、JIS Z 2201の14A号試験片を使用した。その結果から0.2%耐力と伸びを測定した。

【0030】衝撃試験は、JIS Z 2242に準拠し、JIS Z 2202の4号試験片を使用し、20℃でのシャルピー衝撃値を測定した。

【0031】耐食性試験は、耐隙間腐食性を評価するもので、30mm×10mm×5mmに切り出した試験片を2枚ボルト締めして、30℃の、5%硫酸と5%硫化水素からなる水溶液と人工海水中にそれぞれ120時間浸漬後、隙間腐食の有無を観察した。

【0032】各試験片の化学分析値(%)、残部:鉄)を表1-1および表1-2に、得られた試験結果を表2に示す。

【0033】

【表1】

[表1-1]

	化学成分 (%)						
	Cr	Ni	Mo	W	Co	Cu	N
実施例 1	27.3	6.53	3.42	2.25	0.21	0.90	0.19
実施例 2	27.5	6.63	3.43	2.29	0.21	0.91	0.20
実施例 3	27.8	6.40	3.46	2.39	0.22	0.91	0.19
実施例 4	27.2	6.23	3.45	2.27	0.20	0.92	0.19
実施例 5	27.3	6.53	3.42	3.35	0.21	0.90	0.20
実施例 6	27.3	6.46	3.38	5.38	0.20	0.91	0.20
実施例 7	27.3	6.55	3.45	7.86	0.20	0.92	0.20
比較例 1	27.3	6.53	3.42	2.25	0.21	0.90	0.19
比較例 2	27.3	6.50	3.46	1.56	0.21	0.90	0.21
比較例 3	27.3	6.68	3.44	8.94	0.21	0.90	0.20
比較例 4	27.5	6.56	3.46	2.69	0.22	0.90	0.20

[表1-2]

	化学成分 (%)					
	C	Si	Mn	Ti	Nb	V
実施例 1	0.02	0.61	0.72	0.12	0.16	0.15
実施例 2	0.02	0.61	0.72	0.17	-	-
実施例 3	0.02	0.63	0.71	-	0.19	-
実施例 4	0.02	0.62	0.70	-	-	0.16
実施例 5	0.02	0.64	0.72	0.19	0.15	-
実施例 6	0.02	0.63	0.72	-	0.16	0.18
実施例 7	0.02	0.64	0.72	-	-	0.19
比較例 1	0.02	0.61	0.72	-	-	-
比較例 2	0.02	0.64	0.71	0.19	-	0.16
比較例 3	0.02	0.62	0.71	0.19	-	-
比較例 4	0.02	0.65	0.73	-	0.25	-

	衝撃値 ($\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$)	0.2%耐力 (kgf/mm^2)	伸び (%)	隙間腐食の有無	
				5%硫酸+5%硫化水素	人工海水
実施例1	31.5	54.2	29.8	なし	なし
実施例2	30.2	55.3	28.4	なし	なし
実施例3	29.5	56.2	27.3	なし	なし
実施例4	30.5	55.3	26.5	なし	なし
実施例5	31.1	55.6	25.5	なし	なし
実施例6	30.6	56.2	26.3	なし	なし
実施例7	29.7	53.3	27.8	なし	なし
比較例1	22.5	56.1	29.8	なし	なし
比較例2	21.2	60.1	29.5	なし	なし
比較例3	32.5	55.5	14.3	あり	あり
比較例4	19.5	50.2	15.8	あり	なし

【0035】表1-1、表1-2および表2から、次のことが分かる。すなわち、実施例1～7は、いずれも、Ti、NbおよびVのうちの1種以上を含んでいる。そして、実施例1～7では、いずれも、Wを含み、Ti、NbおよびVを含まない比較例1（先の提案の二相ステンレス鋼）や、TiおよびVを含み、Wの添加量が少ない比較例2と比較して、耐食性は変わらないが、衝撃値が大幅に向上している。

【0036】また、Wの添加量が多すぎる比較例3では、衝撃値は高いが、耐食性が悪い。さらに、Nbの添加量が多い比較例4では、衝撃値、耐食性ともに低下している。

【0037】〔実施例8～11、比較例5～7〕鋳塊に1150℃、2時間の熱処理を施した以外は、実施例1と同様にして引張り試験、衝撃試験および耐食性試験を行った。なお、所定の組成に溶解した溶湯を得るために、希土類元素としてミッシュメタル（Ce：45%、La：30%を含む）を用いた。

【0038】各試験片の化学分析値（%、残部：鉄）を表3-1および表3-2に、得られた試験結果を表4に示す。

【0039】

〔表3〕

9
[表3-1]

10

	化学成分 (%)						
	Cr	Ni	Mo	W	Co	Cu	N
実施例8	27.4	6.53	3.42	2.18	0.21	0.90	0.19
実施例9	27.4	6.63	3.43	2.24	0.21	0.91	0.20
実施例10	27.5	6.40	3.46	5.39	0.22	0.90	0.20
実施例11	27.2	6.23	3.42	7.67	0.21	0.92	0.20
比較例5	27.3	6.53	3.42	2.25	0.21	0.90	0.19
比較例6	27.3	6.53	3.42	2.37	0.21	0.90	0.19
比較例7	27.5	6.48	3.45	8.56	0.20	0.91	0.20

[表3-2]

	化学成分 (%)			
	C	Si	Mn	ミッシュメタル
実施例8	0.02	0.61	0.71	0.09
実施例9	0.02	0.61	0.71	0.18
実施例10	0.02	0.63	0.71	0.10
実施例11	0.02	0.62	0.70	0.11
比較例5	0.02	0.61	0.72	-
比較例6	0.02	0.61	0.72	0.22
比較例7	0.02	0.62	0.71	0.11

【0040】

* * 【表4】

	衝撃値 (kgf・m/cm ²)	0.2%耐力 (kgf/mm ²)	伸び (%)	隙間腐食の有無	
				5%硫酸+5%硫化水素	人工海水
実施例8	29.5	54.2	29.8	なし	なし
実施例9	30.2	55.3	28.4	なし	なし
実施例10	32.2	56.2	27.3	なし	なし
実施例11	32.4	55.3	26.5	なし	なし
比較例5	22.7	50.4	26.8	なし	なし
比較例6	18.0	53.7	22.3	あり	あり
比較例7	30.5	54.5	19.3	あり	あり

【0041】表3-1、表3-2および表4から、次のことが分かる。すなわち、実施例8～11は、いずれも、1種以上の希土類元素を含んでいる。そして、実施例8～11では、いずれも、Wを含み、希土類元素を含まない比較例5（先の提案の二相ステンレス鋼）と比較して、耐食性は変わらないが、衝撃値が大幅に向上している。

【0042】また、希土類元素の添加量が多い比較例6

では、衝撃値、耐食性ともに低下している。さらに、Wの添加量が多すぎる比較例7では、衝撃値は高いが、耐食性が悪い。

【0043】

【発明の効果】本発明により、優れた耐衝撃性と耐食性を兼ね備えた二相ステンレス鋼を提供することができる。